

**Evaluación de tres coeficientes del cultivo
(Kc) para determinar las necesidades de
riego en *Panicum maximum* cv Tobiata bajo
condiciones de El Zamorano, Honduras**

Gastón Alejandro Zambrano Andrade

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de tres coeficientes del cultivo
(Kc) para determinar las necesidades de
riego en *Panicum maximum* cv Tobiata bajo
condiciones de El Zamorano, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Gastón Alejandro Zambrano Andrade

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Gastón Alejandro Zambrano Andrade

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

**Evaluación de tres coeficientes del cultivo (Kc) para
determinar necesidades de riego en *Panicum maximum* cv
Tobiatá bajo condiciones de El Zamorano, Honduras**

Presentado por:

Gastón Alejandro Zambrano Andrade

Aprobada:

Francisco Álvarez, M.A.E.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D
Coordinador de área temática
Zootecnia

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

Gloria Arévalo de Gauggel, M. Sc.
Asesora

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Kenneth L. Hoadley, D.B.A
Rector

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso.

A mis padres y a mi hermana por brindarme siempre su comprensión, confianza y sobre todo mucho amor.

A mi tío Gilberto Zambrano por confiar en mí.

A toda mi familia por estar siempre a mi lado.

A mi querido e inolvidable Zamorano.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermana por darme el apoyo necesario para cumplir con esta valiosa meta.

Al Ing. Francisco Álvarez sobre todo por su amistad y el apoyo incondicional para realizar este ensayo.

Al Dr. Vélez y a la Ing. Arévalo por la ayuda en la realización de este documento.

A Fausto, Luis Fernando, Gabriel, David y Pablo por su apoyo y franca amistad.

A todos mis colegas por compartir gratos momentos a lo largo de estos años.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron con la ejecución de este trabajo.

RESUMEN

Zambrano, G. 2004. Evaluación de tres coeficientes del cultivo (K_c) para determinar las necesidades de riego de *Panicum maximum* cv Tobiata bajo condiciones de El Zamorano, Honduras. Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo en Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano, Honduras. 13 p.

Las pasturas son la fuente principal de alimento para el ganado. En El Zamorano, el pasto *Panicum maximum* cv Tobiata ha demostrado una excelente adaptación a las condiciones de la zona. En la época seca es indispensable el suministro de agua, es por eso que para la aplicación óptima de este recurso a un cultivo es muy importante conocer sus necesidades hídricas en sus diferentes etapas. Las necesidades pueden ser estimadas a partir de datos climatológicos. Se realizó un ensayo para evaluar tres coeficientes del cultivo (K_c) para determinar las necesidades de riego de *Panicum maximum* cv Tobiata. Se evaluaron tres tratamientos tomando como uno de ellos los K_c recomendados por FAO de 0.5 para la primera semana y 1.15 para las dos semanas siguientes de crecimiento, los otros dos tratamientos surgen de aumentar y disminuir estos valores en 25%. La evapotranspiración fue calculada a diario a partir de la fórmula $ET_c = ET_o \times K_c$, la cual da una estimación entre la evaporación de la masa de suelo, lo consumido y lo transpirado por el pasto. Se trabajó con un 50% de agotamiento permisible del agua disponible en el suelo arriba de este valor se aplicó riego para volver a capacidad de campo. Para poder controlar este rango se usó la curva de retención de humedad del terreno. La lámina a aplicar fue calculada diariamente mediante una hoja de cálculo en Excel en la cual se ingresaron las variables necesarias para las fórmulas de ET_c , lámina neta, agua aprovechable en el suelo y tiempo de riego. El diseño experimental fue un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, con unidades experimentales de 324 m². Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias y se estimaron correlaciones entre la producción y los datos climatológicos. Se midió la producción de materia seca (MS) con cortes cada 21 días. La producción de MS fue mayor ($P < 0.05$) donde se aplicó el K_c 25% menor al recomendado por FAO. No se encontró correlación ($P < 0.05$) entre producción de MS, láminas de agua aplicadas ni las variables meteorológicas.

Palabras clave: Agotamiento permisible, curvas de retención, evapotranspiración, riego.

TABLA DE CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen	vi
Tabla de contenido	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
Ubicación	3
Cultivo	3
Sistema de riego	3
Suelo.....	3
Cálculo de necesidades hídricas.....	7
Tratamiento	7
Diseño experimental y análisis estadístico.....	8
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES	11
5. RECOMENDACIONES	12
6. BIBLIOGRAFÍA	13

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Propiedades morfológicas y físicas del suelo en el potrero de Zorrales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 2004.....	4
2.	Curvas de retención de humedad y cálculos de agua disponible y aprovechable. Calicata 1. El Zamorano, Honduras, 2004.....	5
3.	Curvas de retención de humedad y cálculos de agua disponible y aprovechable. Calicata 2. El Zamorano, Honduras, 2004.....	6
4.	Kc usados en cada tratamiento para etapa inicial y etapa final.....	8
5.	Lámina aplicada más precipitación (mm/semana) en cortes cada 21 días.....	9
6.	Producción de materia seca (kg/ha/día) en cortes cada 21 días.....	9
7.	Correlación entre las variables meteorológicas y la producción (MS/kg/día).....	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Distribución del agua aprovechable para los tres tratamientos a lo largo del primer corte..... 8

INTRODUCCIÓN

Las pasturas son la fuente principal de alimento para el ganado. En El Zamorano, el pasto *Panicum maximum* cv Tobiata ha demostrado una excelente adaptación a las condiciones de la zona. Sin embargo, en la época seca es indispensable el suministro adicional de agua. Un déficit de humedad inhibe el crecimiento del pasto, un exceso de humedad tiene igualmente un efecto negativo sobre la cantidad y calidad del pasto ya que en suelos saturados de agua el crecimiento radicular es mínimo (Vélez *et al.* 2002).

Para la aplicación óptima de agua a un cultivo es necesario conocer sus necesidades hídricas en sus diferentes etapas y tener un sistema de drenaje adecuado. Estas necesidades de agua se pueden estimar a partir de los datos climatológicos, para ellos se debe disponer de registros adecuados y que se haya estudiado el comportamiento del cultivo específico en la zona dada (Withers y Vipond 1978).

En El Zamorano, se estiman láminas para riego de pastos de cuatro a cinco milímetros por día, valores que se basan en la evaporación medida en la pana clase A y coeficientes del cultivo encontrados en literatura que han sido registrados para zonas templadas, los cuales nunca han sido evaluados para condiciones de Zamorano. Plaza (2004) determinó las necesidades hídricas de cuatro pastos con el uso de lisímetros entre los cuales constó Tobiata y se encontraron Kc de 0.91 para la primera semana, 1.44 para la segunda semana y de 1.39 para la última semana. Estos coeficientes relacionan la evapotranspiración máxima del cultivo con la evaporación medida en la pana clase A. El Kc da a conocer la demanda máxima de agua por parte del cultivo en cada etapa fenológica así como en su ciclo vegetativo completo, tomando en cuenta clima y suelo (Doorenbos y Kassan 1980).

El agua juega un papel importante en las plantas como transporte de nutrientes y para efectuar reacciones químicas y crecimiento de los tejidos. En El Zamorano con pasto Tobiata y bajo condiciones controladas en invernadero, Puerto (2000) no encontró diferencias significativas entre láminas de 5, 7, 9, 11 mm/día. La relación que guarda la radiación solar y la temperatura con la producción de materia seca fue evaluada por Marccuci (2000), encontrando una correlación significativa pero no encontró relación entre producción y precipitación.

En El Zamorano se producen alrededor de 90 ha de pastos para la ganadería y se riega una parte de ellas, por lo cual es importante estos ensayos a manera de no perjudicar el cultivo con cantidades inadecuadas de agua y reducir el costo por irrigación.

Objetivos

- Determinar el mejor coeficiente de los evaluados, para cálculo de necesidades hídricas del pasto *Panicum maximum* cv Tobiata, basado en el contenido de materia seca.
- Comparar el mejor coeficiente evaluado en el ensayo con valores encontrados en literatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo se realizó en El Zamorano, a 800 msnm, 14° N y 87° O, precipitación promedio anual de 1100 mm y temperatura promedio de 24 °C, en el potrero Zorrales # 4 usado para ganado lechero, con una extensión de ocho hectáreas.

Cultivo

El potrero fue fertilizado cada 63 días con urea a razón de 400 kg de N/ha/año. Se establecieron nueve parcelas con un área de 324 m² cada una y se realizaron tres cortes cada 21 días para determinar la producción de materia seca.

Sistema de Riego

Se usó un sistema de riego por aspersión, con una eficiencia del 85%, un distanciamiento entre laterales de 18 m y entre aspersores de 9 m, el caudal promedio por aspersor fue de 0.6 L/s y una precipitación horaria promedio de 12.9 mm/h. Cada parcela fue regada por tres laterales de aspersores para asegurar un traslape eficiente.

Suelo

La caracterización morfológica del suelo de este potrero fue realizada por Fernández (2003) y revela suelos con un índice de calidad pobre (26) en cuanto a características físicas y morfológicas. En su mayoría presentan acumulación de arcillas pesadas y horizontes superficiales con pie de arado, los cuales poseen profundidades efectivas reducidas que van de los tres a los quince centímetros, conductividades hidráulicas muy bajas y alta resistencia a la penetración, todo esto se refleja en una mala capacidad de almacenamiento y encharcamientos.

Mediante dos calicatas se caracterizaron los perfiles de suelo (Cuadro 1) y se tomaron muestras para determinar las curvas de retención de humedad en el laboratorio del Centro para la Educación y Desarrollo Agrícola (CEDA) con las cuales se estimó el agua disponible entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente (Cuadros 2, 3).

Cuadro 1. Propiedades morfológicas y físicas del suelo en el potrero de Zorrales en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Cali- cata #	Unidad de mapeo	Hori- zonte	Profun- didad (cm.)	Color	Motas %	Tex- tura	Fragmentos Gruesos	Estruc- tura	Consis- tencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)	Limi- te
1	M F+	Ap	0 – 33	7.5YR 2.5/1	—	F	—	ba, d, m	fr	m, c	m, mf	3.8	d, p
		Ad	33 – 54	7.5 YR 4/3	—	F	—	ba d, tt	fi	P, c	m, mf	4	d, p
		E	54 – 90x	2.5 YR3/3	—	Ar A	—	ba, d, m	fr	p, d	p, de	> 4.5	no
2	M(F-) F-	Ap	0 – 16	7.5 YR 3/2	—	F	—	bsa, d, tt	fr	m	m	> 4.5	d, p
		Bg	16 – 28	10YR 2/2	—	F	—	ba, d, m	fi	m	m	1.4	n, p
		2Bg	28 – 49	7.5 YR 4/3	7.5YR 4/6	F A	—	ba, f, m	fi	p	p	> 2.9	n, p
		2Bg	49 – 85x	7.5 YR 5/4	—	Ar A	—	g, f, g	fr	p	p	1.9	no

Unidad de mapeo: 1) Letras: M: texturas francas F-: texturas con arcillas livianas, F+: texturas con arcillas pesadas, Gg: fragmentos gruesos. 2) Símbolos: ----: divide el perfil de 0 a 60 cm. y de 60 a 90 cm., (): horizontes de poco grosor. Ubicadas según Fernández (2003).

Textura: F: franco, Ar: arcilla, A: arena, F A: franco arenoso, F Ar: franco arcilloso, F Ar A: franco arcillo arenoso.

Estructura: 1) Tipo: g: granular, ba: bloques angulares, bsa: bloques subangulares, p: prismas, m: masivo. 2) Grado: d: débil, f: fuerte, mf: muy fuerte. 3) Clase: tt: todo tamaño, m: medianos, g: grueso, mg: muy gruesos.

Consistencia: fr: friable, fi: firme, mfi: muy firme, mp: muy plástico.

Poros: 1) Cantidad: a: ausentes, p: pocos, f: frecuentes, m: muchos. 2) Forma: c: continuos, d: discontinuos.

Raíces: 1) Cantidad: a: ausentes, p: pocas, f: frecuentes, m: muchas. 2) Grosor: mf: muy finas, f: finas; fmf: finas y muy finas, de: deformadas.

Límite: 1) Anchura: b: brusco, n: neto. g: gradual, d: difuso. 2) Relieve: o: ondulado, p: plano.

Cuadro 2. Curvas de retención de humedad y cálculos de agua disponible y aprovechable. Calicata 1.

No. Muestra	CC (%)	PMP (%)	Prof Hor (m)	Agua Disponible				Agua Aprovechable (50% AD)				
				(%)	(mm/m)	(mm/hor)	zr (m)	(mm/zr)	(mm/m)	(mm/hor)	zr (m)	(mm/zr)
1	38.69	23.80	0.13	14.89	148.90	19.36	0.13	19.36	74.45	9.68	0.13	9.68
1	37.62	22.79	0.13	14.83	148.30	19.28	0.13	19.28	74.15	9.64	0.13	9.64
Prom.	38.16	23.30	0.13	14.86	148.60	19.32	0.13	19.32	74.30	9.66	0.13	9.66
2	36.33	23.96	0.28	12.37	123.70	34.64	0.27	33.40	61.85	17.32	0.27	16.70
2	37.41	24.86	0.28	12.55	125.50	35.14	0.27	33.89	62.75	17.57	0.27	16.94
Prom.	36.87	24.41	0.28	12.46	124.60	34.89	0.27	33.64	62.30	17.44	0.27	16.82
3	23.97	15.32	0.21	8.65	86.50	18.17	0.00	0.00	43.25	9.08	0.00	0.00
3	23.58	14.94	0.21	8.64	86.40	18.14	0.00	0.00	43.20	9.07	0.00	0.00
Prom.	23.78	15.13	0.21	8.65	86.45	18.15	0.00	0.00	43.23	9.08	0.00	0.00
Total			0.62			72.36	0.40	52.96		36.18	0.40	26.48

CC: capacidad de campo.

PMP: punto de marchitez permanente.

zr: profundidad radical efectiva.

Prof: profundidad.

Hor: horizonte.

AD: agua disponible.

Cuadro 3. Curvas de retención de humedad y cálculos de agua disponible y aprovechable. Calicata 2.

No. Muestra	CC (%)	PMP (%)	Prof Hor (m)	Agua Disponible				Agua Aprovechable (50% AD)				
				(%)	(mm/m)	(mm/hor)	zr (m)	(mm/zr)	(mm/m)	(mm/hor)	zr (m)	(mm/zr)
1	37.67	23.43	0.10	14.24	142.40	14.24	0.10	14.24	71.20	7.12	0.10	7.12
1	38.44	23.99	0.10	14.45	144.50	14.45	0.10	14.45	72.25	7.23	0.10	7.23
Prom.	38.06	23.71	0.10	14.35	143.45	14.35	0.10	14.35	71.73	7.17	0.10	7.17
2	34.27	22.12	0.17	20.66	121.50	20.66	0.17	20.66	60.75	10.33	0.17	10.33
2	33.76	21.63	0.17	20.62	121.30	20.62	0.17	20.62	60.65	10.31	0.17	10.31
Prom.	34.02	21.88	0.17	20.64	121.40	20.64	0.17	20.64	60.70	10.32	0.17	10.32
3	21.72	14.39	0.23	16.86	73.30	9.53	0.13	9.53	36.65	8.43	0.13	4.76
3	21.26	14.33	0.23	15.94	69.30	9.01	0.13	9.01	34.65	7.97	0.13	4.50
Prom.	21.49	14.36	0.23	16.40	71.30	9.27	0.13	9.27	35.65	8.20	0.13	4.63
Total			0.50	51.38		44.25	0.40	44.25		25.69	0.40	22.13

CC: capacidad de campo.

PMP: punto de marchitez permanente.

zr: profundidad radicular efectiva.

Prof: profundidad.

Hor: horizonte.

AD: agua disponible.

Cálculo de necesidades hídricas

Las necesidades hídricas fueron calculadas a diario a partir de la fórmula $ET_c = ETo \times Kc$, la cual da una estimación entre la evaporación de la masa de suelo y lo consumido y transpirado por el pasto.

Donde:

- ET_c es la evapotranspiración del cultivo, que es la combinación entre la evaporización de un líquido de una superficie y la transpiración como consecuencia de la eliminación por evaporación de una parte del agua absorbida por las plantas (Castillo y Sentís 1996).
- ETo es la tasa de evapotranspiración de una superficie de pasto (grama) verde, de 8 cm a 15 cm de altura, en crecimiento activo, que sombrea completamente la superficie del suelo y que no sufre de escasez de agua (Doorenbos y Pruitt 1977).
- Kc es el coeficiente del cultivo, que indica la demanda máxima de agua por parte del cultivo en cada etapa fenológica así como en su ciclo vegetativo completo y depende en cierta medida de la velocidad del viento y la humedad relativa (Doorenbos y Kassan 1980).

Los datos de evapotranspiración se obtuvieron a diario con una estación meteorológica electrónica marca Davis ® que usa el método de Penman, el cual para sus cálculos considera datos de evaporación, precipitación, radiación solar, velocidad del viento y temperatura.

Se trabajó con un 50% de agotamiento permisible del agua disponible, arriba de este porcentaje se regresó a capacidad de campo el suelo (Figura 1). Para poder controlar este rango se usaron las curvas de retención de humedad del terreno. La lámina a aplicar fue calculada diariamente mediante una hoja de cálculo en Excel en la cual se ingresaban las variables necesarias para las fórmulas de ET_c , lámina neta, agua aprovechable en el suelo y tiempo de riego.

Tratamientos

FAO (1998), publicó valores de Kc para pasturas, en la etapa inicial de 0.50 y en la etapa final de 1.15. Estos coeficientes representan las necesidades del pasto inmediatamente después del corte de la cubierta completa e inmediatamente antes del corte, respectivamente. La estación de crecimiento se describe como una serie de periodos individuales del corte. (FAO, 1998). Estos valores fueron aumentados y disminuidos en un 25% para los tratamientos del ensayo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Kc usados en cada tratamiento para etapa inicial y etapa final.

Tratamiento	Kc inicial 0-7 días	Kc final 8-21 días
0.38-0.86	0.38	0.86
0.5-1.15	0.50	1.15
0.63-1.44	0.63	1.44

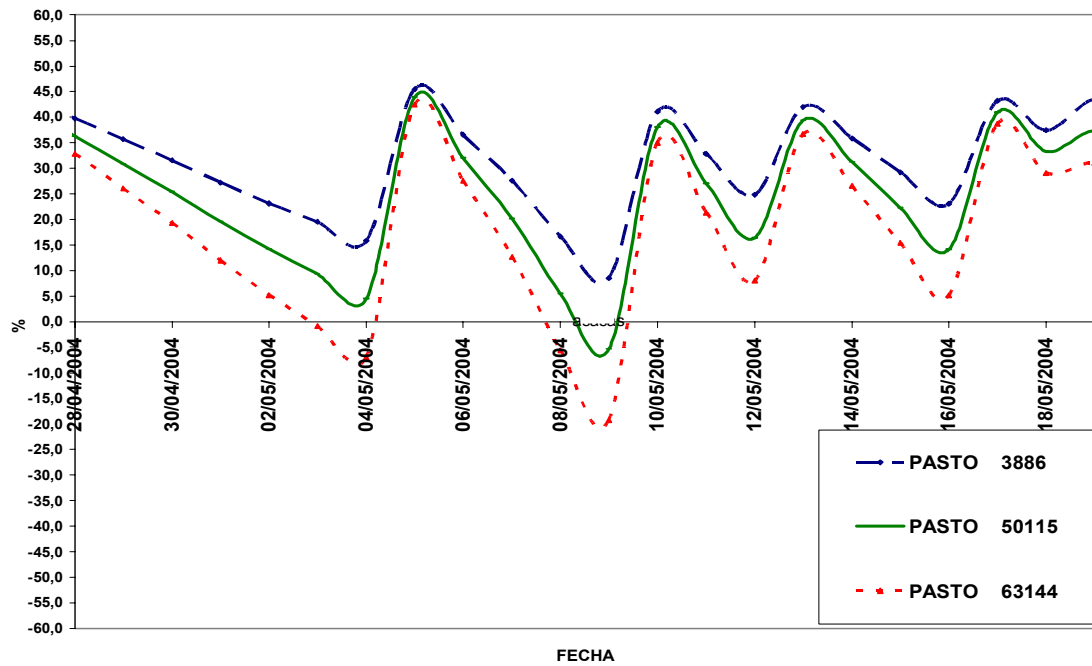


Figura 1. Distribución del agua aprovechable para los tres tratamientos a lo largo del primer corte (28/04/2004-18/05/2004).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con tres tratamientos y tres repeticiones. Se realizó un Análisis De Varianza y una separación de medias y se estimaron correlaciones entre la producción y los datos climatológicos mediante el programa estadístico Statistical Package for the Social Science (SPSS ®).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No existió diferencia ($P<0.05$) entre los niveles de agua promedio aplicadas por tratamiento (Cuadro 5).

Cuadro 5. Lámina promedio aplicada más precipitación (mm/día) en cortes cada 21 días.

Corte	Tratamientos		
	0.38* -0.86**	0.5-1.15	0.62-1.43
1	39.42	44.13	48.83
2	32.73	30.95	30.55
3	40.49	42.60	47.32
Promedio	37.55	39.23	42.23

* Primera semana de producción

** Segunda y tercera semana de producción

El rendimiento promedio fue de 56.22 kg/ha/día (Cuadro 6), inferior a los obtenidos en Zamorano, de 107 kg/ha/día por Martínez (2001), 124 kg/ha/día por Lara (2002) y 95.5 kg/ha/día por Plaza (2004). El vigor de los pastos en esta área es muy variable debido a las características morfológicas que presenta el suelo (Fernández 2003).

Cuadro 6. Producción de materia seca (kg/ha/día) en cortes cada 21 días.

Tratamiento	Cortes			Promedio
	1	2	3	
0.38-0.86	92.50	83.61	47.48	74.53a ^{&}
0.5-1.15	57.91	51.02	39.69	49.54b
0.62-1.43	27.80	55.29	50.69	44.59b
Promedio				56.22

& Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí ($P<0.05$)

No se encontraron correlaciones ($P<0.05$) entre las variables meteorológicas y la producción de MS (Cuadro 7), esto concuerda con lo reportado por Plaza (2004). La relación entre producción y lámina aplicada fue positiva aunque no significativa, esto coincide con los resultados encontrados por Marcucci (1999) y Puerto (2000). Una correlación contradictoria se encontró entre la ETC y la producción de materia seca, efecto que se atribuye al anegamiento localizado en ciertas áreas del potrero.

Cuadro 7. Correlación entre las variables meteorológicas y producción (MS/kg/día).

	MS	ETc	Temperatura			Lámina	HR	Viento	RS
			Min.	Max.	Prom.				
MS	1	-.337	-.164	.067	.051	.417	-.05	-0.57	-.007
ETc	-.377	1	.264	-.159	-.269	.563**	-.18	.484*	-.46*

* = P < 0.05

CONCLUSIONES

- El mejor tratamiento en producción de materia seca por hectárea por día fue el de Kc de 0.38 para la primera semana y 0.86 para la segunda y tercera semana de producción, pero no se puede atribuir este rendimiento al tratamiento ya que se asume que efectos del suelo pudieron afectar los resultados.
- Con los Kc de 0.38 para la primera semana y 0.86 para la segunda y tercera semana de producción se obtuvo mejor rendimiento comparado con el reportado por FAO de 0.50 para la primera semana y 1.15 para la segunda y tercera semana de producción.

RECOMENDACIONES

- Utilizar los mejores coeficientes del cultivo encontrados en este ensayo para irrigación del potrero de Zorrales.
- Determinar curvas de retención para todos los suelos dedicados a producción bajo riego.
- Determinar y utilizar coeficientes del cultivo para cálculos de necesidades hídricas para la producción de cultivos bajo riego.
- Drenar los suelos de este potrero.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, G. Pereira, L; Raes, D; Smith, M; 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Roma. 300 p.
- Castillo, S. Sentís, F. 1996. Agrometeorología. Madrid, España. 517 p.
- Doorenbos, J; Kassam, A.1980. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje. Roma, Italia. 212 p.
- Doorenbos, J; Pruitt, W. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje. 194 p.
- Fernández, J. 2003. Caracterización detallada de los suelos de los sectores de Zorrales y Monte Redondo, de el Zamorano, Honduras para el establecimiento y renovación de pasturas. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 55 p.
- García, J. 1990. Agrometeorología. Energía y agua en la agricultura. Perú. 174 p.
- Marcucci, J. 2000. Variaciones estacionales en la producción y composición del pasto Guinea, *Panicum maximum* cv, Tobiata en El Zamorano. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 26 p.
- Martínez, A. 2001. Comparación de los cultivares Tobiata y Tanzania del pasto Guinea (*Panicum maximum*). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 28 p.
- Plaza, F. 2004. Determinación del requerimiento hídrico de cuatro pastos mediante el uso de lisímetros bajo condiciones de El Zamorano, Honduras. 19 p.
- Puerto, Euvia. 2000. Respuesta del pasto *Panicum maximum* var. Tobiata, a cinco niveles de fertilización nitrogenada y cuatro de riego. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 14 p.
- Velez, M; J.J. Hincapié; Matamoros I.; R. Santillan. 2002. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Cuarta edición Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras.326 p.
- Withers, B; Vipond, S. 1978. El Riego Diseño y Práctica. Primera edición. México. 350 p.